

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ARTHUR PINTO PENTAGNA

***HIGH FREQUENCY TRADING: RISCOS E PROPOSTAS DE  
REGULAMENTAÇÃO***

Curitiba  
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ARTHUR PINTO PENTAGNA

***HIGH FREQUENCY TRADING: RISCOS E PROPOSTAS DE  
REGULAMENTAÇÃO***

Artigo apresentado como monografia no curso de graduação em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José Guilherme Silva Vieira

Curitiba  
2015

## TERMO DE APROVAÇÃO

ARTHUR PINTO PENTAGNA

### ***HIGH FREQUENCY TRADING: RISCOS E PROPOSTAS DE REGULAMENTAÇÃO***

Trabalho final de curso aprovado como requisito parcial para a obtenção de título de Economista, Departamento de Ciências Econômicas, Setor de Ciência Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:

---

Prof. Dr. José Guilherme Silva Vieira  
Setor de Ciência Sociais Aplicadas - UFPR

---

Prof.<sup>a</sup> Mestre Dayani Cris de Aquino  
Setor de Ciência Sociais Aplicadas - UFPR

---

Prof. Dr. Fernando Motta Correia  
Setor de Ciência Sociais Aplicadas - UFPR

Curitiba, 04 de dezembro de 2015.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo abordar, com base na bibliografia existente, os riscos e externalidades que a prática do HFT ou *high-frequency trading* pode trazer no âmbito dos mercados financeiros. Também são trazidas as diferentes propostas de regulamentação já levantadas por diversos autores. Ao final, o trabalho é concluído com o que acredita-se ser uma abordagem prudente com relação ao tema do *high-frequency trading* em termos de regulação, dado o atual nível de conhecimento sobre o assunto.

Palavras-chave: High-frequency trading. Regulamentação. Mercado financeiro.

## **ABSTRACT**

This study takes as its objective, based on the existing literature, the risks and externalities that the practice of HFT or high-frequency trading can make to the financial markets. Also the different regulatory proposals already raised by several authors are brought. In the end, the work is completed what is believed to be a prudent approach with respect to high-frequency trading theme in terms of regulation, given the current level of knowledge on the subject.

Keywords: High-frequency trading. Regulation. Financial market.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 PROBLEMAS E RISCOS DO HFT .....</b>	<b>9</b>
2.1 ERROS NOS CÓDIGOS.....	9
2.2 VOLATILIDADE .....	11
2.3 MANIPULAÇÃO DO MERCADO .....	15
2.4 SELEÇÃO ADVERSA / COMPETIÇÃO IMPERFEITA.....	16
2.5 ARMS RACE.....	17
2.6 OUTROS RISCOS / PROBLEMAS.....	20
2.6.1 <i>Co-location</i> .....	20
2.6.2 <i>Flash trading</i> .....	21
2.6.3 Multiplicação dos tipos de ordens.....	21
2.6.4 Pagamento por fluxo de ordens .....	22
2.6.5 Participação acionária de empresas de HFT em bolsas públicas e vice-versa .....	22
2.6.6 Risco moral.....	23
<b>3 PROPOSTAS DE REGULAÇÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A negociação em alta frequência (*high frequency trading* ou HFT, na sigla em inglês) pode ser definida como uma forma de negociação de ativos na qual o horizonte de investimento é curtíssimo, não excedendo alguns segundos, e na qual os *traders* lucram a partir de pequenas disparidades de preços que geram margens na escala dos centavos. Entretanto, repetindo essa operação milhares de vezes ao dia, os *high-frequency traders* logram obter um lucro considerável.

O HFT existe desde pelo menos 1998<sup>1</sup>, quando a Securities Exchange Commission (órgão regulador do mercado de ações norte-americano) autorizou a existência de bolsas eletrônicas. Desde então, as firmas que praticam este tipo de negociação têm abocanhado uma parcela crescente do mercado, respondendo por cerca de 73% do volume negociado em 2009.<sup>2</sup>

O termo HFT ficou em evidência principalmente após o episódio que ficou conhecido como Flash Crash, em maio de 2010, quando o índice Dow Jones caiu cerca de 9% em alguns minutos, vindo a se recuperar pouco depois. Após cinco meses de investigação, a Securities Exchange Commission divulgou um documento no qual afirmou que as firmas de HFT ajudaram a aumentar a volatilidade no mercado.<sup>3</sup>

Posteriormente, com o lançamento em 2014 do best-seller “*Flash Boys*”, o tema voltou à tona com bastante força. No livro, seu autor Michael Lewis é categórico ao definir o *high frequency trading* como nada mais que *front running*, ou seja: as firmas de HFT se aproveitam de minúsculos *gaps* temporais para pular na frente dos investidores tradicionais e ganhar uma pequena margem de lucro ao fazer isso.

---

<sup>1</sup> DUHIGG, C. **Stock Traders Find Speed Pays, in Milliseconds**. New York Times. 23 jul. 2009. Disponível em: <[http://www.nytimes.com/2009/07/24/business/24trading.html?\\_r=1](http://www.nytimes.com/2009/07/24/business/24trading.html?_r=1)>. Acesso em 16/11/2015.

<sup>2</sup> IATI, R. **The Real Story of Trading Software Espionage**. Wall Street & Technology. 10 jul. 2009. Disponível em: <<http://www.wallstreetandtech.com/trading-technology/the-real-story-of-trading-software-espionage/a/d-id/1262125>>. Acesso em 16/11/2015.

<sup>3</sup> COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION E SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. **Findings Regarding The Market Events Of May 6, 2010**. 30 set. 2010. Disponível em: <<https://www.sec.gov/news/studies/2010/marketevents-report.pdf>>. Acesso em 16/11/2015.

Fugindo de polêmicas editoriais, é também notória a preocupação de *insiders* do mercado financeiro, de órgãos reguladores, e também de parte da academia com tais negociações. O ganhador do Nobel de economia de 2001, Michael Spence, já afirmou acreditar que o HFT deveria ser banido<sup>4</sup>, assim como o vice-presidente do Berkshire Hathaway, Charlie Munger, classificou o HFT como “*front running* legalizado”.<sup>5</sup>

Dentro deste contexto de debates quentes, e ciente da dificuldade dos órgãos reguladores de acompanhar o ritmo de mudanças imposto pelos mercados financeiros, o presente trabalho propõe apresentar os principais problemas e riscos encontrados na prática de HFT, e a sugerir uma possível regulação para o setor.

Assim sendo, na primeira seção iremos trazer os principais problemas apontados pela bibliografia sobre o tema, na segunda seção traremos diferentes propostas de regulamentação também levantadas pela bibliografia e por fim concluiremos.

---

<sup>4</sup> PHILIPS, M. **Should High-Frequency Trading Be Banned? One Nobel Winner Thinks So.** Freakonomics. 28 mar. 2011. Disponível em: <<http://freakonomics.com/2011/03/28/should-high-frequency-trading-be-banned-one-nobel-winner-thinks-so/>>. Acesso em: 16/11/2015.

<sup>5</sup> MAMUDI, S. **Charlie Munger: HFT is Legalized Front-Running.** Barron's. 3 mai. 2013. Disponível em: <<http://blogs.barrons.com/stockstowatchtoday/2013/05/03/charlie-munger-hft-is-legalized-front-running/>>. Acesso em: 16/11/2015.



## 2 PROBLEMAS E RISCOS DO HFT

### 2.1 ERROS NOS CÓDIGOS

Dentro desse cenário totalmente automatizado do HFT, há um fator constantemente negligenciado nas análises: o erro humano. As ordens de compra e venda são geradas automaticamente por um software, mas, é bom lembrar, esse software foi escrito por um ser humano e, portanto, é passível de erros. Entretanto, dado o enorme volume de transações gerados por tais softwares, um erro que num ambiente menos automatizado seria “gerenciável”, pode vir a tornar-se uma catástrofe.

Em um estudo realizado em 2012, o FED de Chicago descobriu que os erros em códigos são mais comuns do que se esperava, e relatou que todas as bolsas incluídas na pesquisa já tinham vivenciado problemas com algoritmos defeituosos.<sup>6</sup>

Budish, Cramton e Shim (2015) relembrem que em relação aos HFTs, a possibilidade de erros nos códigos é ainda mais crítica, dado o incontornável *trade off* entre “inteligência” e velocidade, além do incentivo de se desconsiderar controles de risco e/ou erro para se ganhar uma minúscula vantagem temporal.

Demonstrando o potencial desastroso que os algoritmos despertam caso se comportem de maneira não esperada, há uma série de acontecimentos recentes que podemos citar.

A Knight Capital, empresa fundada em 1995, era em 2012 o maior *trader* do mercado americano, respondendo por cerca de 17% do volume negociado na NASDAQ e na NYSE. Então, no dia primeiro de agosto de 2012, um código com erro causou um desastre. Em um intervalo de 45 minutos, o software da Knight Capital gerou uma soma incontável de ordens, que resultaram em 4 milhões de transações de 154 papéis diferentes. Desses 154 papéis, 75 experimentaram uma volatilidade de mais de 5%, e 37 uma volatilidade de mais de 10%, chegando ao recorde de variação de 151%. Esses 45 minutos de loucura causaram perdas da ordem de 440

---

<sup>6</sup> THE FEDERAL RESERVE BANK OF CHICAGO. **How to keep markets safe in the era of high-speed trading.** Out. 2012. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB8QFjAAahUKEwiLg66AiJTJAHVkiJAKHemTA2Q&url=http%3A%2F%2Fwww.chicagofed.org%2Fdigital\\_assets%2Fpublications%2Fchicago\\_fed\\_letter%2F2012%2Fcfloctober2012\\_303.pdf&usg=AFQjCN GFn42e5WU2zx-0vHlotA7vr99QKg](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB8QFjAAahUKEwiLg66AiJTJAHVkiJAKHemTA2Q&url=http%3A%2F%2Fwww.chicagofed.org%2Fdigital_assets%2Fpublications%2Fchicago_fed_letter%2F2012%2Fcfloctober2012_303.pdf&usg=AFQjCN GFn42e5WU2zx-0vHlotA7vr99QKg)>. Acesso em: 16/11/2015.

milhões de dólares para a Knight Capital, e fizeram derreter uma empresa com mais de 15 anos de tradição no mercado de ações e que, lembrando, *era então o maior trader do mercado norte-americano de ações*.<sup>7</sup>

Cerca de um ano depois da tragédia da Knight Capital, o Goldman Sachs, maior instituição financeira dos EUA, gerou uma série de ordens que desestabilizaram o mercado de opções, devido a um código com erro. O erro fez opções antes negociadas por 3.32 dólares irem a 1 dólar. Tal ocorrência demonstra que mesmo o titã Goldman Sachs, certamente uma das empresas com corpo técnico mais capacitado do mundo, está sujeito a ver seus algoritmos agirem de maneira não-prevista.<sup>8 9</sup>

Em 2013, outra situação não-usual chamou a atenção: as ações do Google, uma das mais sólidas empresas do mundo, caíram 3,2% no intervalo de um segundo, para recuperar seu preço no segundo seguinte, sem nenhum motivo aparente. Durante esse intervalo, o valor de mercado do Google diminuiu em impressionantes 6,65 bilhões de dólares. Acredita-se que o evento deu-se em consequência de um erro de código. Comentando esse acontecimento, Larry Peruzzi, corretor sênior da Cabrera Capital Markets de Boston disse: *“Funny how two years ago this would have been a big issue. Now the market has almost become complacent of these errors”*.<sup>10</sup>

<sup>7</sup> SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. **Release No. 70694**. 16 out. 2013. Disponível em: <<http://www.sec.gov/litigation/admin/2013/34-70694.pdf>>. Acesso em: 16/11/2015.

<sup>8</sup> GAMMELTOFT, N; GRIFFIN, D. **Goldman Sachs Said to Send Stock-Option Orders by Mistake**. Bloomberg. 21 ago. 2013. Disponível em: <<http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-08-20/goldman-says-exchanges-working-to-resolve-options-order-mishap>>. Acesso em: 16/11/2015.

<sup>9</sup> Outros casos que demonstram como erros em um ambiente altamente eletrônico podem gerar consequências desastrosas foram os ocorridos durante os IPOs da BATS e do Facebook, ambos em 2012. Em 23 de março de 2012, mais precisamente às dez e cinquenta e sete da manhã, as ações da Apple despencaram em 9,4%. Tal movimento abrupto no preço das ações acionou um *circuit-breaker* que parou as negociações por cinco minutos, depois dos quais o valor da Apple recuperou-se em parte. Foi descoberto então que o ocorrido foi resultado de um erro na plataforma de negociação da BATS Global Markets. Curiosamente, naquela sexta-feira a BATS estava realizando o seu IPO, que teve de ser cancelado após suas ações caírem de um patamar inicial de 16 dólares para cerca de 4 centavos. No IPO do Facebook, o ocorrido foi que a plataforma não conseguiu lidar com o volume gigantesco de submissão e cancelamento de ordens, o que fez o software entrar em *loop*. O problema fez com que a abertura de capital atrasasse meia hora e deixou os investidores “às cegas”, sem saber se haviam conseguido ou não negociar. Também foi verificado que as ofertas e cancelamentos gerados em um intervalo de cerca de vinte minutos foram simplesmente desconsideradas. O *fail* do IPO do Facebook teve um impacto negativo sobre a confiança dos investidores quase tão grande quanto o Flash Crash de 2010, segundo pesquisa do TABB Group.

<sup>10</sup> KINSLEY, W. **Google Shares Tumble 3.1% in Possible ‘Fat Finger’ Trade**. Bloomberg. 22 abr. 2013. Disponível em: <<http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-04-22/google-shares-tumble-3-1-in-possible-fat-finger-trade>>. Acesso em: 16/11/2015.

O famigerado Flash Crash de maio de 2010 também pode ser atribuído, parcialmente, a um erro de código. Quando o fundo mútuo Waddell & Reed tentou vender 4,1 bilhões de dólares em contratos futuros, seu algoritmo não estava programado para diminuir a escala da venda caso o impacto no preço fosse muito grande. O que se seguiu foram minutos de pânico no mercado financeiro.

## 2.2 VOLATILIDADE

Estudos como o de Chaboud et alli (2009, citado por Biais e Woolley, 2011) e Brogaard (2010, citado por Biais e Woolley, 2011) sugerem que estratégias algorítmicas de negociação, categoria na qual o HFT se insere, são menos variadas que as estratégias usadas por *traders* “humanos”. Assim sendo, as ordens geradas por algoritmos seriam mais correlacionadas e, dentro de um cenário de *stress* no mercado, poderiam aumentar a volatilidade do mercado e fazer os preços se afastarem de seus patamares “justos”. No caso das estratégias algorítmicas adotadas por firmas de HFT, da mesma forma como ocorre com a possibilidade de erros nos códigos, muito possivelmente esta correlação é ainda mais crítica, dado que a velocidade em mandar ordens é fundamental, o que estimula a adoção de estratégias de negociação mais simplificadas.

O *paper* de Chaboud et alli (2009) faz um interessante estudo de caso sobre o mercado de dólar-iene japonês no dia 16 de agosto de 2007. Nesse dia, entre às seis da manhã e o meio dia (horário de NY) o iene valorizou-se perante o dólar significativamente, quando computadores começaram a vender dólares e comprar ienes agressivamente. Tal valorização foi parcialmente revertida após o meio dia, quando *traders* humanos passaram a fazer o movimento contrário. Ilustrando este exemplo, os gráficos abaixo, emprestados desse estudo, mostram a diferença entre o fluxo de ordens gerado por humanos e por computadores durante aquela manhã.

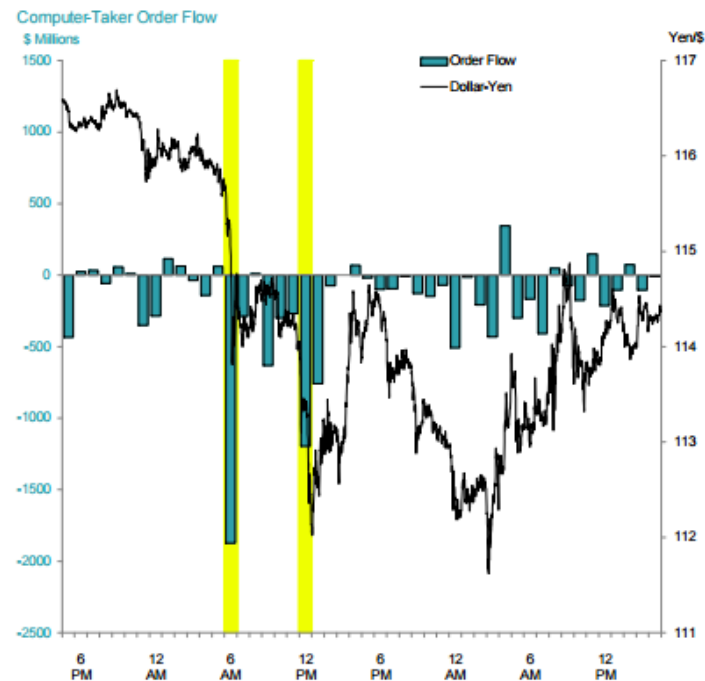


Figura 1 – Fluxo de ordens no mercado de dólar-iene japonês de 16 de agosto de 2007  
 Fonte: Chaboud *et al* (2009)

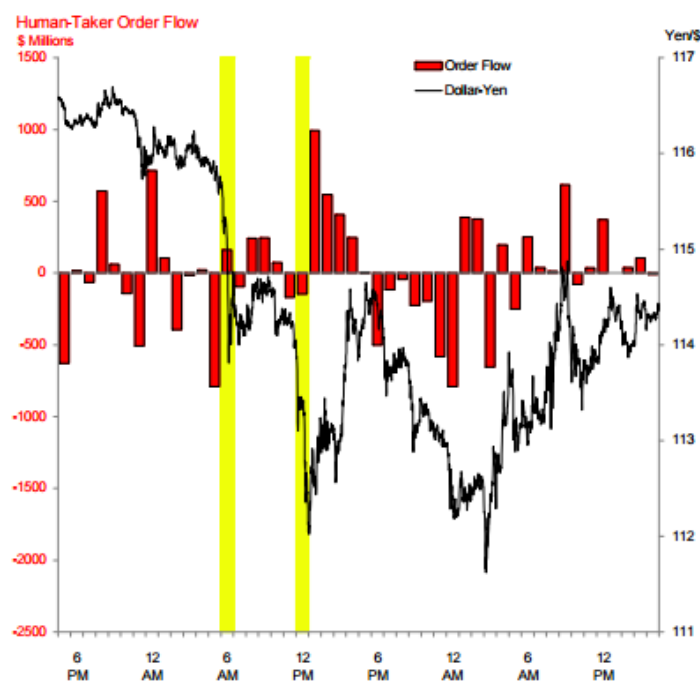


Figura 2 – Fluxo de ordens gerado por humanos

Gao, Yao e Ye (2013), que conduziram um dos estudos mais profundos sobre o assunto, chegaram à conclusão de que quando chegamos ao nível do microssegundo (um milionésimo de segundo), qualquer diminuição no tempo de

latência das ordens não leva a nenhuma melhora na qualidade do mercado. Segundo os autores, na verdade, um aumento na rapidez de negociação quando chegamos a esse nível de velocidade causa um aumento na volatilidade de curto prazo, além de uma deterioração do *market depth*.<sup>11</sup> Consistente com suas descobertas, um relatório da SEC de 2010 demonstra que o tamanho médio de negociação na NYSE (maior bolsa americana) caiu de 724 ações em 2005 para 268 em 2009.<sup>12</sup>

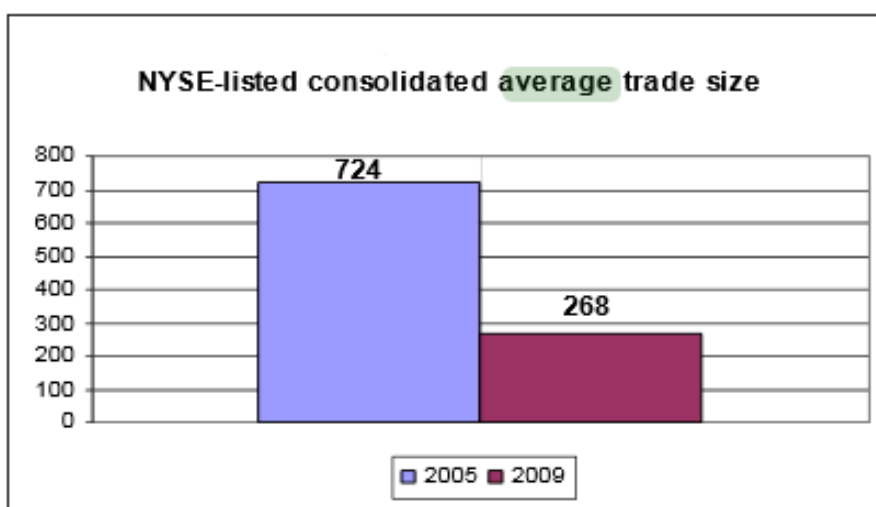


Figura 3 – tamanho médio de negociação realizada na NYSE  
Fonte: SEC (2010)

No Brasil, Pereira (2014) fez um estudo sobre o mercado futuro de contratos de dólar, concluindo que o aumento de estratégias algorítmicas coincidem com o aumento do valor absoluto da autocorrelação no mercado, indicando um possível excesso de volatilidade em condições adversas.

Biais e Woolley (2011) afirmam que o Flash Crash de 2010 pode ser uma evidência do risco sistêmico causado pelas estratégias de HFT. Essa afirmação baseia-se no fato de que quando o fundo mútuo Waddell & Reed realizou a venda de um montante gigantesco de contratos futuros, como citado anteriormente, as firmas de HFT leram essa informação e também entraram no mercado vendendo, o

<sup>11</sup> "The market's ability to sustain relatively large market orders without impacting the price of the security. This considers the overall level and breadth of open orders and usually refers to trading within an individual security." MARKET DEPTH. In: INVESTOPEDIA. Disponível em: <<http://www.investopedia.com/terms/m/marketdepth.asp>>. Acesso em: 16/11/2015.

<sup>12</sup> SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. **Release No. 34-61358**. 14 jan. 2010. Disponível em: <<https://www.sec.gov/rules/concept/2010/34-61358.pdf>>. Acesso em: 16/11/2015.

que aumentou a magnitude da pressão de baixa, causando uma espiral. Esta conclusão também é compartilhada por Kirilenko et alli (2011).

Mais recentemente, outro evento ilustrou a volatilidade induzida pelas firmas de HFT. Em abril de 2013, um *tweet* falso que afirmava que duas bombas haviam explodido na Casa Branca, publicado no Twitter da Associated Press que havia sido hackeado, causou uma queda de 150 pontos no índice Dow Jones quase que instantaneamente. Tal queda fez 136 bilhões de ativos “sumirem” como num piscar de olhos. Posteriormente, quando o mercado se deu conta de que o tweet era falso, o índice se recuperou.<sup>13</sup>

Mini flash crashes tornaram-se bastante freqüentes na verdade, segundo fontes que estudam a fundo os dados do mercado, como a empresa Nanex, uma das maiores referências no assunto.

Em fevereiro de 2013, as ações da US Silica Holdings caíram 9% em menos de dois segundos, de acordo com dados da Nanex (empresa especializada em fornecer dados do mercado de ações norte-americano). Durante o minuto no qual a queda ocorreu, duzentas mil negociações desse papel foram realizadas, cem vezes o volume normal. Pouco depois, o papel recuperou seu valor. Fato parecido ocorreu com a empresa Hanesbrands, cujas ações caíram 3% em meio segundo, para depois voltar ao patamar inicial.

Ainda em 2013, novamente a gigante Apple vivenciou uma queda abrupta. No último minuto no qual o mercado estava aberto, suas ações caíram 2%, com um milhão de transações tendo ocorrido nesse minuto, o que é aproximadamente dez vezes o volume normal de negociações desse papel em qualquer minuto do dia. A queda fez o valor de mercado da Apple diminuir em 7 bilhões de dólares momentaneamente.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> CHOZICK, A. PERLROTH, N. **Twitter Speaks, Markets Listen and Fears Rise**. The New York Times. 28 abr. 2013. Disponível em: <[http://www.nytimes.com/2013/04/29/business/media/social-medias-effects-on-markets-concern-regulators.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2013/04/29/business/media/social-medias-effects-on-markets-concern-regulators.html?_r=0)>. Acesso em: 16/11/2015.

<sup>14</sup> CNN Money. **Mini flash crashes: A dozen a day**. 20 mar. 2013. Disponível em: <<http://money.cnn.com/2013/03/20/investing/mini-flash-crash/>>. Acesso em: 16/11/2015.

### Apple Stock January 25

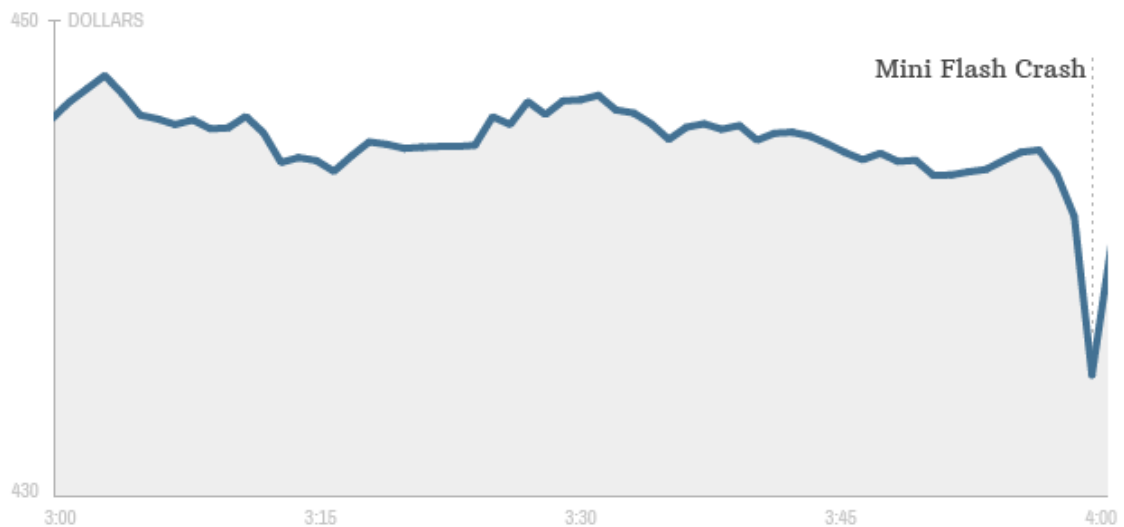


Figura 4 – mini flash crash da Apple  
Fonte: CNN Money

## 2.3 MANIPULAÇÃO DO MERCADO

Biais e Woolley (2011) chamam a atenção para as possibilidades de manipulação do mercado que a prática de HFT tornam mais fáceis. Os autores dividem as estratégias de manipulação em três principais: “*stuffing*”, “*smoking*” e “*spoofing*”.

“*Stuffing*” seria a prática de inundar o mercado com uma quantidade infundável de ordens, o que congestionava o mercado e dificultava os *traders* “normais” a executarem transações.

“*Smoking*”, por sua vez, é a prática de postar ordens limitadas, buscando atrair os *traders* mais lentos a negociar. Entretanto, antes dessas ordens serem executadas, elas são rapidamente canceladas e seus valores são mudados para termos menos generosos, na esperança de lucrar com o fluxo de ordens vindo dos outros *players* do mercado.

Por fim, a estratégia de “*spoofing*” consiste no *trader* colocar uma grande quantidade de ordens limitadas no sentido contrário do que ele na verdade quer se posicionar, visando mover os preços. Por exemplo: digamos que uma firma de HFT pretende comprar ações. Então, ela colocará uma quantidade considerável de ordens de venda limitadas. Entretanto, ela não pretende que essas ordens sejam executadas, por isso as coloca acima do preço de melhor oferta. Como o *high*

*frequency trader* é mais rápido que todos, ele conseguirá cancelar essas ordens caso notícias boas cheguem ao mercado. O real objetivo do *trader* nesse caso é atrair algum *player* ingênuo a ver o grande volume de ordens de venda e a vender de fato. Assim, a ordem de compra que o *high frequency trader* colocou discretamente no mercado enquanto isso será executada.

Ilustrando as possibilidades de manipulação que são abertas pelo HFT, podemos citar dois casos recentes nos quais empresas que usam desta estratégia foram multadas por atuar de maneira predatória no mercado.

Em julho de 2013, a empresa Panther Energy Trading foi multada em 4,5 milhões de dólares por utilizar um algoritmo de alta frequência para manipular o mercado de *commodities*. A punição para a Panther ocorreu pois a empresa inundou o mercado com ordens de compra que eram canceladas pouco depois, e que não pretendiam na verdade ser realizadas, mas somente causar a impressão de haver uma demanda grande de compra pelos papéis manipulados, levando a uma pressão de alta nos preços. Durante o período no qual manipulou o mercado, segundo os órgãos reguladores, a empresa mandou 400.000 ordens, que foram canceladas 98% das vezes. Além da multa, a Panther foi proibida de negociar por um ano.<sup>15</sup>

Em outubro de 2014, outra empresa de HFT foi punida, dessa vez a Athena Capital Research. Durante os seis últimos meses de 2009, a Athena usou seu algoritmo para manipular o preço de fechamento das ações nos últimos segundos de negociação, para cima ou para baixo, conforme seu interesse. Apesar de ser uma empresa pequena, a Athena respondia por cerca de 70% do volume negociado das ações afetadas nos últimos segundos do pregão, segundo o órgão regulador. A companhia foi multada em 1 milhão de dólares.<sup>16</sup>

## 2.4 SELEÇÃO ADVERSA / COMPETIÇÃO IMPERFEITA

Foucault, Hombert e Rosu (2012), assim como Biais e Woolley (2011) demonstram que as empresas de HFT acabam gerando um problema de seleção adversa para *traders* “lentos”, que tendem a ser humanos.

<sup>15</sup> BRUSH, S. FORTADO, L. **Panther, Coscia Fined Over High-Frequency Trading Algorithms.** Bloomberg. 22 jul. 2013. Disponível em: <<http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-07-22/panther-coscia-fined-over-high-frequency-trading-algorithms-1->>. Acesso em: 16/11/2015.

<sup>16</sup> GEIGER, K. MAMUDI, S. **HFT Firm Fined \$1 Million for Manipulating Nasdaq.** Bloomberg. 16 out. 2014. Disponível em: <<http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-10-16/athena-to-pay-1-million-in-sec-hft-manipulation-case>>. Acesso em: 16/11/2015.



Por exemplo, digamos que um investidor humano postou uma ordem limitada para vender ações da Petrobras por R\$10,00. De repente, a notícia de que foi descoberta uma reserva substancial de petróleo em um bloco controlado pela estatal chega ao mercado, notícia essa que move o valor “fundamental” da ação da Petrobras para R\$10,01. Como a empresa de HFT consegue ver o mercado mais rápido que todos, ela consegue comprar a ação por R\$10,00 antes que o humano cancele a ordem, e vendê-la em seguida por R\$10,01, o que leva a um “custo” de seleção adversa para o *trader* lento.

Se essa externalidade por suficientemente grande, ela pode afastar pequenos investidores do mercado. Isto pode explicar em parte a descoberta empírica de Jovanovic e Menkveld (2010, citados por Biais e Woolley, 2011), de que a entrada de uma empresa de HFT no mercado holandês de ações levou a uma queda de 13% no volume negociado.

Um relatório elaborado pela IOSCO (International Organization of Securities Commissions) em 2011 expressa preocupação em relação a esse fato, comentando que é possível que a seleção adversa restrinja o número de participantes no mercado (o que também poderia levar a uma maior volatilidade). O relatório cita que pode haver uma transição em massa dos investidores de bolsas públicas para *dark pools*.

## 2.5 ARMS RACE

Outra preocupação presente em diversos autores é a *arms race* (corrida armamentista) induzida pela negociação em alta frequência. O *best-seller* de Michael Lewis começa com um exemplo bastante forte dessa tal “corrida armamentista”. A Spread Networks completou em 2010 seu hercúleo esforço de construir uma conexão de fibra ótica entre os mercados financeiros de Chicago e Nova York o mais reta possível, ao contrário das conexões ziguezagueantes anteriores. O esforço resultou numa diminuição do tempo que leva a comunicação entre esses dois pontos de 16 milissegundos para 13 milissegundos (um piscar de olhos dura aproximadamente 400 milissegundos), uma melhoria aparentemente insignificante quando confrontado com os 300 milhões de dólares que a Spread Networks gastou na empreitada.

Entretanto, ironicamente, a conexão de fibra ótica de altíssima velocidade da Spread Networks já está obsoleta, haja visto que a fibra ótica vem sendo substituída por micro-ondas, ainda mais velozes.<sup>17</sup>

A corrida armamentista que floresceu nos mercados financeiros pode ser explicada pelo chamado “dilema do prisioneiro”. Usaremos o caso da própria Spread Networks para exemplificar.

Digamos que existam apenas duas firmas de HFT, a empresa A e a empresa B. Quando a Spread Networks concluiu a construção da nova linha de fibra ótica, ela ofereceu o usufruto desta para ambas as empresas ao custo de 5 milhões de dólares por ano, digamos. Tanto a empresa A quanto a B lucram 10 milhões de dólares ao ano com arbitragens realizadas entre os mercados de Chicago e o de Nova York. Se a empresa A decidir aderir e pagar pelo usufruto da nova conexão e a empresa B decidir por não aderir, o lucro da empresa A subirá para 16 milhões de dólares menos os 5 milhões pagos pelo usufruto (totalizando um lucro líquido de 11 milhões), enquanto o lucro da empresa B cairá para 4 milhões de dólares. Se ambas aderirem, o lucro permanecerá constante em 10 milhões para cada, entretanto elas terão que arcar com as despesas adicionais de 5 milhões por ano, o que diminuirá o lucro líquido para apenas 5 milhões.

Assim sendo, verifica-se que a decisão ótima para maximizar o lucro é que ambas as empresas não incorram nos custos de usufruto da nova conexão. No entanto, se a empresa A decidir não aderir e a B aderir, o lucro da A cairá para 4 milhões. Essa situação leva a uma tendência que ambas as empresas acabem por incorrer nos custos da nova linha de fibra ótica.

O dilema do prisioneiro está exemplificado na tabela abaixo, na qual os valores correspondem ao lucro em milhões de dólares:

---

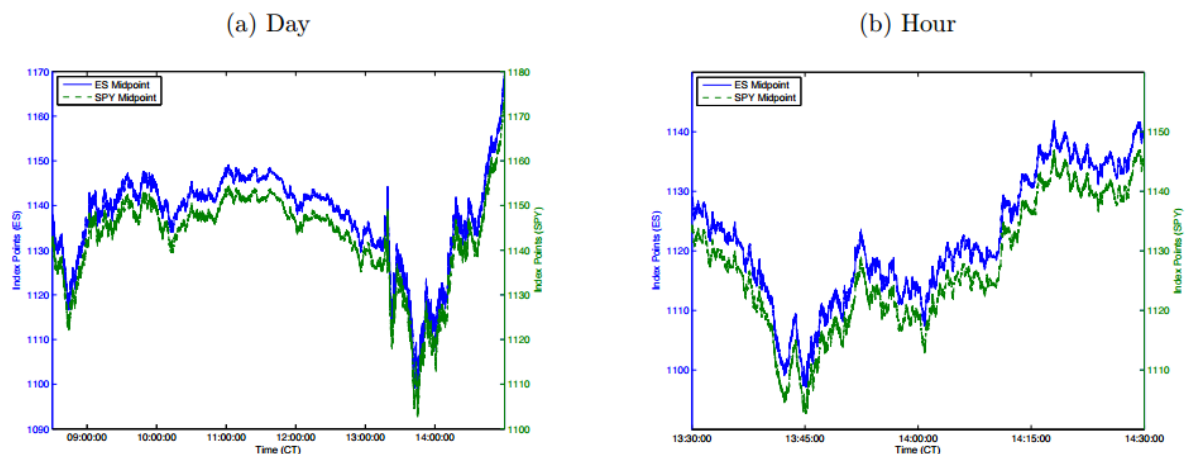
<sup>17</sup> Outro exemplo forte da corrida armamentista que tomou o mercado financeiro é o da Hibernia Networks, que começou em 2012 um projeto de criar uma nova conexão de fibra ótica entre os mercados de Nova York e Londres, diminuindo de 64.8 milissegundos para 59.6 o tempo de latência. Quando chamado a comentar o empreendimento, Manoj Narang, fundador e CEO de uma empresa do ramo de negociações em alta frequência afirmou: “*Nobody’s making extra money because of them; they’re a net expense on the industry... All they’ve done is impose a gigantic tax on the industry and catalyze a new arms race.*” Ver: PHILIPS, M. **Stock Trading Is About to Get 5.2 Milliseconds Faster**. Bloomberg. 29 mar. 2012. Disponível em: <<http://www.bloomberg.com/bw/articles/2012-03-29/trading-at-the-speed-of-light>>. Acesso em: 16/11/2015.

Empresa A, Empresa B	Não adere	Adere
Não adere	10, 10	4, 11
Adere	11, 4	5, 5

Tabela 1 – exemplo de dilema do prisioneiro para empresas de HFT

E assim como quando confrontadas com a nova linha de fibra ótica da Spread Networks as empresas de HFT vivenciaram um dilema do prisioneiro, o mesmo ocorreu quando a tecnologia de comunicação por micro-ondas tornou-se disponível, e ainda vai ocorrer em muitas ocasiões.

Budish, Cramton e Shim (2015) demonstram porque o incentivo para se investir em velocidade não se esgotará, pelo menos no médio prazo. Segundo os autores, sempre haverá possibilidades de arbitragem, entretanto essas se darão em intervalos de tempo cada vez mais curtos, o que gera um incentivo de para buscar maiores e maiores velocidades. Para exemplificar, os autores inseriram gráficos que comparam os valores do minicontrato do índice S&P 500 (ES – em azul) e do ETF que é espelhado no mesmo índice (SPY – em verde).



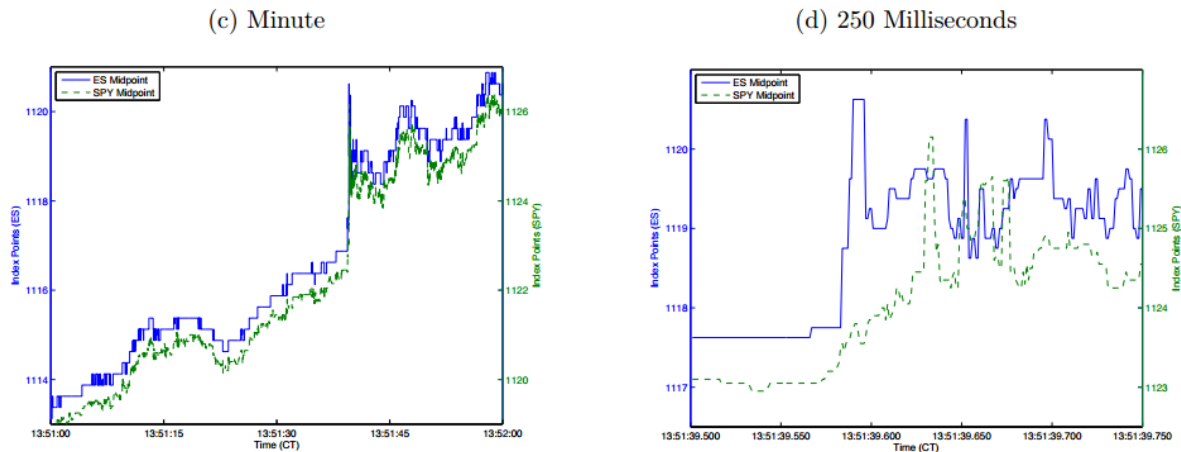


Figura 5 – cotações do mini-contrato do índice S&P 500 e do ETF espelhado no mesmo índice, em diferentes horizontes de tempo  
Fonte: Budish, Cramton e Shim (2015)

Como podemos observar, visualizando o gráfico na escala de um dia, de uma hora, ou mesmo de um minuto, os papéis parecem caminhar juntos, tendo uma correlação perfeita ou muito próxima disso. Porém, quando colocamos uma lupa no gráfico e olhamos o espaço de 250 milissegundos (ou um quarto de segundo), não se verifica mais uma correlação tão óbvia. Budish, Cramton e Shim (2015) calculam que o lucro possível com arbitragens só dos dois papéis utilizados para fornecer o exemplo acima seria da ordem de 75 milhões de dólares ao ano, o que explica o atual “fetiche” por velocidade do mercado financeiro.

## 2.6 OUTROS RISCOS / PROBLEMAS

### 2.6.1 Co-location

O cerne das operações de HFT é a velocidade. É a velocidade em se colocar ordens de compra e venda, e também de se cancelar as mesmas, que determina o sucesso ou o fracasso desse tipo de estratégia.

Assim sendo, é extremamente importante para as empresas de HFT garantir que o tempo de latência entre o disparo de uma ordem e sua chegada de fato ao *matching engine* da bolsa (sistema que organiza as ordens) seja o menor possível.

Dada essa demanda, as bolsas aproveitaram para ofertar espaços dentro de suas próprias estruturas, os mais próximos possíveis de sua *matching engine*, o

chamado *co-location*. Entretanto, se não for bem regulamentado, tal serviço pode levar a um cenário onde o sucesso ou fracasso das empresas dependerá de quem tem “costas quentes” ou não.

### 2.6.2 *Flash trading*

Outro serviço prestado por algumas bolsas que foi criado no contexto dessa era dos microssegundos no mercado é o chamado *flash trading*. O *flash trading* surgiu a partir de uma brecha na regulamentação norte-americana que permite a geração de ordens “relâmpago” enviadas somente para a bolsa específica desejada, sem passar pelo roteamento para as outras bolsas públicas. Tal dispositivo dá a alguns agentes do mercado a possibilidade de posicionar-se antes dos demais participantes por uma fração de segundos, em troca do pagamento de uma taxa.

### 2.6.3 Multiplicação dos tipos de ordens

Outro fenômeno recente, após a consolidação das firmas de HFT como grandes *players* do mercado, verificou-se uma multiplicação de diferentes tipos de ordens no mercado acionário norte-americano. A introdução de tais ordens, além de confundir os participantes menos informados do mercado, já gerou inclusive consequências legais em pelo menos duas ocasiões. Em janeiro de 2015, as bolsas EDGA e EDGX (atualmente BATS Global Markets) foram multadas em 14 milhões de dólares por não disponibilizar informações precisas para todos os participantes do mercado sobre a ordem “*Hide Not Slide*”. Na verdade, segundo a SEC, as bolsas apenas forneceram informações detalhadas sobre o que se tratava tal ordem para algumas firmas de HFT, sendo que uma dessas firmas foi quem solicitou a criação da mesma.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. **SEC Charges Direct Edge Exchanges With Failing to Properly Describe Order Types**. Press Release 2015-2. 12 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.sec.gov/news/pressrelease/2015-2.html>>. Acesso em: 16/11/2015.

Caso semelhante ocorreu com o banco UBS, que criou uma ordem chamada “*PrimaryPegPlus*” em seu *dark pool* (bolsa privada, autorizada pela legislação estadunidense). Esta ordem permitia negociar ações com incrementos de menos de um centavo, contrariando regulamentação existente. Assim como no caso das bolsas EDGA e EDGX, o UBS também privilegiou firmas de HFT no fornecimento de informações.<sup>19</sup>

As inovações citadas evidenciam a possibilidade de criar-se imperfeições no mercado, e de fomentar-se uma relação desigual entre as empresas de HFT e outros participantes do mercado.

#### 2.6.4 Pagamento por fluxo de ordens

Outra prática bastante controversa, e da qual as empresas de HFT se beneficiam é o pagamento por fluxo de ordens, inovação introduzida no mercado por Bernard Madoff<sup>20</sup> (financista atualmente preso por ser operador de um esquema de pirâmide). Esta prática consiste em corretoras venderem o direito de executar as ordens de seus clientes para terceiros. Grandes corretoras americanas são adeptas da prática, como a Charles Swab, a E\*Trade e a Ameritrade.<sup>21</sup> Muitos afirmam que este acordo comercial traz consigo um conflito de interesses, considerando-se que o comprador do privilégio de executar as ordens da corretora consegue saber o que os participantes do mercado estão querendo e posicionar-se contra eles com seus recursos próprios, beneficiando a si mesmo e não ao investidor.

#### 2.6.5 Participação acionária de empresas de HFT em bolsas públicas e vice-versa

<sup>19</sup> SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. **SEC Charges UBS Subsidiary With Disclosure Violations and Other Regulatory Failures in Operating Dark Pool**. Press Release 2015-7. 15 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.sec.gov/news/pressrelease/2015-7.html>>. Acesso em: 16/11/2015.

<sup>20</sup> PELLECCIA, R. **'Payment for Order Flow': Madoff's Earlier Days**. Seeking Alpha. 30 dez. 2008. Disponível em: <<http://seekingalpha.com/article/112537-payment-for-order-flow-madoffs-earlier-days>>. Acesso em: 16/11/2015.

<sup>21</sup> LOPEZ, L. **Brokerages Make Millions Selling Orders To High Frequency Trading Firms**. Business Insider. 7 abr. 2014. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/brokerages-make-millions-selling-orders-to-high-frequency-trading-firms-2014-4>>. Acesso em: 16/11/2015.

Uma preocupação levantada no relatório da IOSCO de 2011 é o caso de empresas de HFT que são acionárias de bolsas públicas. A preocupação é de que tais empresas acabem por obter benefícios quer seja na cobrança de taxas, quer seja no fornecimento de informações aos participantes do mercado. O caso mais emblemático que podemos citar desse tipo é o de Dave Cummings, que é fundador tanto da Tradebot (umas das maiores firmas de HFT – responsável por 5% do volume negociado no mercado americano) quanto da BATS (terceira maior bolsa pública dos EUA).

#### 2.6.6 Risco moral

Biais e Foucault (2014) levantam a questão dos requerimentos de capital para firmas de HFT. As empresas de HFT costumam terminar o dia *flat*, ou seja, sem nenhuma posição aberta. Isso faz com que o capital com que essas empresas trabalha seja comumente bastante baixo. Em situações de choques significativos no mercado, isso pode levar a uma série de falências no setor. Requerimentos mais rigorosos de capital para firmas de HFT seriam úteis, então, para reduzir o risco moral dessas empresas incorrerem em mais riscos que o recomendável, pois colocariam mais “pele em jogo”, como definem os autores.

#### 2.6.7 “Subsídios” às firmas de HFT

Gai, Yao e Ye (2013) citam um interessante aspecto em relação às empresas de HFT. O custo de operar uma bolsa de valores, além dos custos fixos, é basicamente aquele de se receber e processar as ordens recebidas de seus clientes. Entretanto, são cobradas taxas somente de negociações realizadas, mas não de cancelamento de ordens, a despeito das ordens canceladas serem tão complicadas de se processar quanto ordens que de fato foram executadas. Como as firmas de HFT cancelam uma proporção enorme de suas ordens, geralmente mais de 90%, os *traders* menos sofisticados que cancelam uma quantidade muito menor de ordens estariam subsidiando os custos variáveis incorridos pela bolsa por ter que cancelar ordens geradas por firmas de alta frequência.

### 3 PROPOSTAS DE REGULAÇÃO

Buscando contornar os efeitos adversos e os riscos que a prática de HFT traz ao mercado, diversos autores debruçaram-se na tarefa de desenhar uma regulação capaz de trazer maior segurança num ambiente de negociações em alta frequência.

Gai, Yao e Ye (2013) defendem com firmeza que as externalidades causadas pelas práticas de HFT ocorrem, pois a competição por preço é restringida pelo *tick* mínimo exigido pelas agências reguladoras (no caso norte americano, um centavo de dólar). Segundo os autores, se fosse permitido aos agentes do mercado negociar com qualquer *tick* possível, a competição não se daria mais por velocidade, como ocorre atualmente nas situações que envolvem HFT, mas sim por preço. Assim sendo, a proposta de Gao, Yao e Ye aproxima-se mais de uma desregulamentação do que uma regulação.

A necessidade de que haja regras claras para o serviço de *co-location* também é citado por diversos estudos, inclusive de associações ligadas ao mercado financeiro, como o CFA Institute.<sup>22</sup>

Biais e Foucault (2014) relembram a importância de requerimentos de capital mais rígidos para empresas de HFT, evitando possíveis falências em massa devido a estratégias arriscadas.

O controle sobre riscos pré e pós negociação é reforçado pelo relatório do FED de Chicago de 2012, visando minimizar a possibilidade de algoritmos defeituosos envenenarem o mercado. Em relação a erros de códigos, o relatório de 2011 da IOSCO defende também que os algoritmos sejam submetidos a testes em um ambiente de *stress* antes de serem postos a funcionar no mercado.

Várias outras propostas ainda podem ser citadas, como: o estabelecimento de *circuit breakers*, parando o mercado em caso de volatilidade excessiva; impostos de Pigou sobre investimentos em tecnologias de alta frequência; uma taxa Tobin sobre negociações com horizonte de investimento curtíssimo; o requerimento de que cada ordem de compra ou venda permaneça por um tempo mínimo antes de poder

---

<sup>22</sup> CFA INSTITUTE. **High-frequency trading**: Investor Issues and Perspectives. Policy Brief. Abril 2014. Disponível em: <<https://www.cfainstitute.org/ethics/Documents/policy-brief-hft.pdf>>. Acesso em: 16/11/2015.



ser cancelada; a proibição de que haja um cancelamento de ordens maior que certa porcentagem pré-definida; o estabelecimento de *delays* aleatórios para todas as ordens que chegam ao mercado; entre outros.

Por fim, chegamos à proposta de Budish, Cramton e Shim (2015): redesenhar o mercado de maneira com que o tempo não seja mais uma variável contínua, mas sim discreta. Ou seja, dividir o tempo em espaços iguais e indivisíveis dentro dos quais as negociações ocorrem, como se fossem mini leilões. Se a unidade mínima de tempo acordada nesse redesenho do mercado fosse grande o suficiente para desestimular o investimento em alta-frequência, segundo os autores, a corrida armamentista seria interrompida e o mercado voltaria para sua normalidade, onde a competição se dá por preço e não por velocidade.

## 4 CONCLUSÃO

Como abordado no artigo, diversos autores apontam para a existência de riscos na prática de HFT e há um certo consenso de que as empresas que trabalham nesse ramo devem enfrentar uma regulamentação mais rigorosa. Quanto à regulação, há uma divergência muito grande e ainda não existe uma saída clara para esse impasse.

Alguns pontos básicos evidentemente requerem maior cuidado, como a integridade dos algoritmos responsáveis por gerar as ordens de compra e venda, estabelecendo maiores controles sobre estes. O *co-location* também é um tema sensível e obviamente deve ter regras claras para sua comercialização. A propriedade cruzada entre empresas de HFT e bolsas de valores também constitui um conflito de interesses muito claro, e os requerimentos mínimos de capital maiores para esses tipos de empresas também seriam prudentes.

As outras propostas de regulamentação são mais polêmicas e, muito possivelmente, gerariam custos também para investidores tradicionais. Para adotá-los, portanto, são necessários estudos adicionais para confirmar ou não sua necessidade.

## REFERÊNCIAS

BIAIS, B.; FOUCAULT, T. **Equilibrium Fast Trading**. Agosto 2014. Disponível em: <<http://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=194116069100029024015091022007100122123035068045044085007112016075102008006124079066019021099031023051029090100067084071068028054018089018064007084114110024008023002020083112029083079004106066123111090070004104026087067004076017005025022122121021&EXT=pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

\_\_\_\_\_. **HFT and Market Quality**. Bankers, Markets & Investors nº 128. Fevereiro 2014. Disponível em: <<https://foucaultsite.files.wordpress.com/2014/09/publishedversion.pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

BIAIS, B.; WOOLLEY, T. **High-frequency trading**. Toulouse School of Economics. França, Março de 2011. Disponível em: <[http://idei.fr/sites/default/files/medias/doc/conf/pwri/biais\\_pwri\\_0311.pdf](http://idei.fr/sites/default/files/medias/doc/conf/pwri/biais_pwri_0311.pdf)>. Acesso em: 01/12/2015.

BROGAARD, J. **HIGH FREQUENCY TRADING AND ITS IMPACT ON MARKET QUALITY**. Kellogg School of Management. 16 jul. 2010. Disponível em: <[https://secure.fia.org/ptg-downloads/hft\\_trading.pdf](https://secure.fia.org/ptg-downloads/hft_trading.pdf)>. Acesso em: 01/12/2015.

BUDISH, E.; CRAMTON, P.; SHIM, J. **The High-Frequency Trading Arms Race: Frequent Batch Auctions as a Market Design Response**. 4 jun. 2015. Disponível em: <<http://faculty.chicagobooth.edu/eric.budish/research/HFT-FrequentBatchAuctions.pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

CFA INSTITUTE. **HIGH-FREQUENCY TRADING: Investor Issues and Perspectives**. Policy Brief. Abril 2014. Disponível em: <<https://www.cfainstitute.org/ethics/Documents/policy-brief-hft.pdf>>. Acesso em: 16/11/2015.

CHABOUD, A.; HJALMARSSON, E.; VEGA, C.; CHIQUOINE, B. **Rise of the Machines: Algorithmic Trading in the Foreign Exchange Market (Federal Reserve International Finance Discussion Paper No. 980)**, 2009. SSRN eLibrary. Disponível em: <<http://www.federalreserve.gov/pubs/ifdp/2009/980/ifdp980.pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

CHLISTALLA, M. **High-frequency trading: Better than its reputation?** Deutsche Bank Research. Frankfurt, 07 fev. 2011. Disponível em: <[https://www.dbresearch.com/PROD/DBR\\_INTERNET\\_ENPROD/PROD0000000000269468.PDF](https://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_ENPROD/PROD0000000000269468.PDF)>. Acesso em: 01/12/2015.

COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION E SECURITIES & EXCHANGE COMMISSION. **Findings Regarding the Market Events Of May 6, 2010: Report of the staffs of the CFTC and SEC to the Joint Advisory Committee on Emerging Regulatory Issues**. Washington, D.C. 30 set. 2010. Disponível em:

<<https://www.sec.gov/news/studies/2010/marketevents-report.pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

FEDERAL RESERVE BANK OF CHICAGO. **How to keep markets safe in the era of high-speed trading.** Out. 2012. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB8QFjAAahUKEwiLg66AiJTJAhVKIJAKHemTA2Q&url=http%3A%2F%2Fwww.chicagofed.org%2Fdigital\\_assets%2Fpublications%2Fchicago\\_fed\\_letter%2F2012%2Fcfloctober2012\\_303.pdf&usg=AFQjCNGFn42e5WU2zx-0vHlotA7vr99QKg](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB8QFjAAahUKEwiLg66AiJTJAhVKIJAKHemTA2Q&url=http%3A%2F%2Fwww.chicagofed.org%2Fdigital_assets%2Fpublications%2Fchicago_fed_letter%2F2012%2Fcfloctober2012_303.pdf&usg=AFQjCNGFn42e5WU2zx-0vHlotA7vr99QKg)>. Acesso em: 16/11/2015.

FOUCAULT, T.; HOMBERT, J.; ROSU, I. **News Trading and Speed.** HEC Paris. 30 jun. 2015. Disponível em: <<http://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=314020083099119118064092064080083123015018037063095085014021117101127027105102101125007063010106031024119011091081003122025069060083036008072071100103026100099111028020024082002074089123095017087004102122093018029001114125067080075125087022092007020&EXT=pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

GAI, J.; YAO, C.; YE, M. **The Externalities of High-Frequency Trading.** University of Illinois. 31 ago. 2012. Disponível em: <<http://www1.villanova.edu/content/dam/villanova/VSB/assets/marc/MARC%202013%20-%202%20Mao%20Ye%20Paper.pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

GOMBER et al. **High-Frequency Trading.** 06 jun. 2011. 86 f. Chair of Economics and Business Administration, Goethe University, Frankfurt. Disponível em: <[https://www.deutscheboerse.com/dbg/dispatch/en/binary/gdb\\_content\\_pool/imported\\_files/public\\_files/10\\_downloads/11\\_about\\_us/Public\\_Affairs/High\\_Frequency\\_Trading.pdf](https://www.deutscheboerse.com/dbg/dispatch/en/binary/gdb_content_pool/imported_files/public_files/10_downloads/11_about_us/Public_Affairs/High_Frequency_Trading.pdf)>. Acesso em: 01/12/2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF SECURITIES COMMISSION. **Regulatory issues Raised by the Impact of technological Changes on Market Integrity and Efficiency.** Consultation Report. Julho 2011. Disponível em: <<http://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD354.pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

KIRILENKO, A. et al. **The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market.** Cambridge, 27 maio 2011. Disponível em: <<http://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=427100007071000100018125024082107086060033061010095011108114096076069002111083125120049058116059030048032000066112089069030101050083035032000086077064101083115115069032021050090100092027067016074065102075102083120089116079069065075103119100024102092102&EXT=pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

JOVANOVIC, B.; MENKVELD, A. **Middlemen in Limit Order Markets.** 6 jan. 2015. Disponível em: <<http://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=855089082102114076098102091087104113102082065014007039108084065002094118076004092111050117107034029039046029080027120115000105039086075069039068009120105025068040061002127066064087071093117020123017004005073115105080107121068067118074076117112105&EXT=pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

PEREIRA, M. **Impacto das negociações algorítmicas de alta frequência no mercado futuro de dólar**. Fundação Getúlio Vargas. 2014. Disponível em: <[http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/11510/Vers%C3%A3o\\_Final.pdf?sequence=1](http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/11510/Vers%C3%A3o_Final.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 01/12/2015.

SMITH, R. **Is high-frequency trading inducing changes in market microstructure and dynamics?** 2010. Disponível em: <<http://arxiv.org/pdf/1006.5490v3.pdf>>. Acesso em: 01/12/2015.

SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. **Release No. 34-61358**. 14 jan. 2010. Disponível em: <<https://www.sec.gov/rules/concept/2010/34-61358.pdf>>. Acesso em: 16/11/2015.

\_\_\_\_\_. **Release No. 70694**. 16 out. 2013. Disponível em: <<http://www.sec.gov/litigation/admin/2013/34-70694.pdf>>. Acesso em: 16/11/2015.

\_\_\_\_\_. **SEC Charges Direct Edge Exchanges With Failing to Properly Describe Order Types**. Press Release 2015-2. 12 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.sec.gov/news/pressrelease/2015-2.html>>. Acesso em: 16/11/2015.

SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. **SEC Charges UBS Subsidiary With Disclosure Violations and Other Regulatory Failures in Operating Dark Pool**. Press Release 2015-7. 15 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.sec.gov/news/pressrelease/2015-7.html>>. Acesso em: 16/11/2015.